

Attorney Docket # 5454-4

Patent



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of
Christian GÖBL et al.
Serial No.: 10/780,981
Filed: February 18, 2004
For: Pressure Piece For Use In A Power
Semiconductor Module

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is a certified copy of each foreign application on which the claim of priority is based: Application No. **103 06 643.8**, filed on February 18, 2003, in Germany.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By

A handwritten signature in black ink, appearing to read "R.S. Thompson", written over a horizontal line.

Roger S. Thompson
Reg. No. 29,594
551 Fifth Avenue, Suite 1210
New York, New York 10176
(212) 687-2770

Dated: July 29, 2004



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Patentzeichen: 103 06 643.8

Anmeldetag: 18. Februar 2003

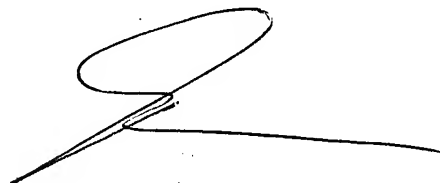
Anmelder/Inhaber: SEMIKRON Elektronik GmbH, 90431 Nürnberg/DE

Bezeichnung: Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul

IPC: H 01 L 23/48

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Semikron Elektronik GmbH

Sigmundstr. 200

90431 Nürnberg

Postfach 820 251

90253 Nürnberg

Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul

5 Beschreibung

Die Erfindung beschreibt eine Druckkontaktierung für kompakte Leistungshalbleitermodule. Moderne Ausgestaltungen derartiger Leistungshalbleitermodule mit hoher Leistung bezogen auf ihre Baugröße, die Ausgangspunkt dieser Erfindung sind, sind bekannt aus der DE 196 30 173 C2 oder der DE 199 24 993 C2.

- 10 Die DE 196 30 173 C2 offenbart ein Leistungshalbleitermodul zur direkten Montage auf einem Kühlkörper, bestehend aus einem Gehäuse und einem elektrisch isolierenden Substrat welches seinerseits aus einem Isolierstoffkörper mit einer Mehrzahl darauf befindlicher gegeneinander isolierter metallischer Verbindungsbahnen und darauf befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen
- 15 Leistungshalbleiterbauelementen besteht. Die externe elektrische Verbindung zu einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Leitplatte erfolgt mittels zumindest teilweise federnd gestalteter Anschlussleiter.

- Das Leistungshalbleitermodul weist weiterhin mindestens eine zentral angeordnete Ausnehmung zur Durchführung einer Schraubverbindung auf. Diese dient zusammen mit
- 20 einem auf der dem Leistungshalbleitermodul abgewandeten Seite der Leiterplatte angeordneten und auf dieser flächig aufliegenden, formstabilen Druckstück der Druckkontaktierung des Moduls. Diese Druckkontaktierung erfüllt gleichzeitig zwei Aufgaben: einerseits die sichere elektrische Kontaktierung der Anschlüsselemente mit der Leiterplatte

und andererseits die thermische Kontaktierung des Moduls mit einem Kühlkörper, wobei beide Kontaktierungen reversibel sind.

Nachteilig an diesen Leistungshalbleitermodulen nach dem dargestellten Stand der Technik ist, dass das bekannte Druckstück eine Anordnung von weiteren Bauelementen, wie
5 beispielhaft Widerständen, Kondensatoren oder integrierten Schaltungen, auf dem von ihm überdeckten Teil der Leiterplatte nicht gestattet.

Beispielhaft aus der DE 199 24 993 C2 sind weiterhin Leistungshalbleitermodule bekannt, bei denen die Anschlusselemente vom Leistungshalbleitermodul zu einer Leiterplatte als Lötstifte ausgeführt sind. Diese Lötstifte dienen als Steuer- sowie als Lastanschlusselement
10 der elektrischen Verbindung der Leistungshalbleiterbauelemente innerhalb des Leistungsmoduls mit den auf der Leiterplatte angeordneten Zuleitungen. Das Leistungshalbleitermodul kann somit entweder direkt oder, wie in der DE 199 24 993 offenbart, mittels einer Adapterplatine mit einer Leiterplatte verbunden werden. Der thermische Kontakt zwischen dem Leistungshalbleitermodul und einem Kühlkörper wird
15 unabhängig von den elektrischen Kontaktierungen mittels Schraubverbindungen hergestellt.

Nachteilig an der Ausgestaltung derartiger Leistungshalbleitermodule ist, dass zwei unterschiedliche Verbindungstechniken (Schraub- und Lötverbindungen, die in mehreren Arbeitsschritten ausgeführt werden müssen) notwendig sind um das Modul in ein übergeordnetes System zu integrieren. Ein besonderer Nachteil besteht hierbei darin, dass
20 die Kontaktsicherheit der Lötverbindungen über die Lebensdauer nicht gegeben ist und, dass die Lötverbindung einen Austausch des Leistungshalbleitermoduls nicht ohne bedeutenden Aufwand ermöglichen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde ein Leistungshalbleitermodul mit zumindest teilweise federnd gestalteten Anschlussleitern zur reversiblen elektrischen
25 Verbindung der Verbindungsbahnen mit einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Leiterplatte und mindestens einem formstabilen Druckstück zur Druckkontaktierung der Leiterplatte mit den Anschlussleitern vorzustellen, wobei das Druckstück die gleichzeitige Platzierung von Bauelementen auf der Leiterplatte sowie deren Kühlung zulässt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schaltungsanordnung nach dem Anspruch 1, spezielle
30 Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

Der Grundgedanke der Erfindung geht aus von einem Leistungshalbleiterbauelement mit Grundplatte oder zur direkten Montage auf einem Kühlkörper nach dem genannten Stand der Technik bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens einem darin angeordneten elektrisch isolierenden Substrat. Dieses Substrat besteht seinerseits aus einem

5 Isolierstoffkörper mit einer Mehrzahl auf seiner ersten Hauptfläche befindlicher gegeneinander isolierter metallischer Verbindungsbahnen sowie vorzugsweise aus einer auf seiner zweiten Hauptfläche angeordneten flächigen metallischen Schicht. Auf den Verbindungsbahnen der ersten Hauptfläche und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbunden sind eine Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen
10 angeordnet.

Als Anschlusselemente sowohl für Last- als auch für Steueranschlüsse weist das Leistungshalbleitermodul zumindest teilweise federnd gestaltete Anschlussleiter auf. Diese Anschlussleiter stellen die elektrische Verbindung der Verbindungsbahnen mit einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Leiterplatte und den darauf angeordneten externen
15 Verbindungsbahnen her. Der sichere elektrische Kontakt zwischen den Anschlussleitern und den externen Verbindungsbahnen der Leiterplatte wird mittels einer Druckkontaktierung erzielt. Die Druckeinleitung dieser Druckkontaktierung erfolgt mittels mindestens einem mit der Grundplatte oder dem Kühlkörper verbundenen formstabilen Druckstück, wobei diese Verbindung vorzugsweise mittels einer Schraubverbindung hergestellt wird. Es ergibt sich
20 somit ein Aufbau, der aus einem Druckstück, einer Leiterplatte, dem Leistungshalbleitermodul und einer Grundplatte oder einem Kühlkörper besteht.

Die erfinderische Ausgestaltung des Druckstücks weist an dessen zweiter der Leiterplatte zugewandten Hauptfläche eine Mehrzahl von einzelnen oder miteinander verbundenen Druckelementen auf. Diese Druckelemente beabstanden die zweite Hauptfläche des
25 Druckelements von der Leiterplatte derart, dass auf der ersten, dem Druckstück zugewandten Hauptfläche der Leiterplatte Bauelemente wie beispielhaft Widerstände, Kondensatoren und / oder integrierte Schaltungen angeordnet werden können.

Vorzugsweise sind die Druckelemente derart angeordnet, dass sie an oder nahe benachbart der Stellen auf die Leiterplatte drücken, an denen auf der gegenüberliegenden Hauptfläche
30 die Kontaktstellen der Anschlussleiter angeordnet sind.

Vorteilhaft an der erfinderischen Ausgestaltung des Leistungshalbleitermoduls ist somit, dass auf dem von dem Druckstück überragten Bereich der Leiterplatte Bauelemente angeordnet werden können und somit der gesamte Flächenbedarf dieser Leiterplatte auf Grund der besseren Ausnutzung geringer ist als bei einer Anordnung nach dem Stand der Technik.

- 5 Vorzugsweise wird das Druckstück derart ausgebildet, dass es mindestens eine seiner beiden Hauptflächen verbindende Ausnehmung aufweist und die Druckelemente derart angeordnet sind, dass eine Konvektionsströmung von mindestens einem Rand des Druckelements zu dieser Ausnehmung möglich ist. Dies ist vorteilhaft, da hierdurch die zwischen der Leiterplatte und dem Druckstück angeordneten Bauelemente effektiv gekühlt werden.

10

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 3 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in dreidimensionaler Darstellung ein Leistungshalbleitermodul mit einem erfinderischen Druckstück.

- 15 Fig. 2 zeigt den Schnitt durch ein Leistungshalbleitermodul mit erfinderischem Druckstück.

Fig. 3 zeigt in dreidimensionaler Darstellung eine weitere Ausgestaltung eines erfinderischen Druckstücks.

20

Fig. 1 zeigt in dreidimensionaler Darstellung ein Leistungshalbleitermodul mit einem erfinderischen Druckstück. Das Leistungshalbleitermodul bzw. dessen Gehäuse (10) ist unterhalb einer Leiterplatte (40) angeordnet. Die dem Gehäuse (10) zugewandte zweite Hauptfläche der Leiterplatte (40) trägt ebenso wie die erste Hauptfläche (410, siehe Fig. 2) externe Verbindungsbahnen (430), die als Laststromanschlussbahnen (432) und / oder als Hilfs- bzw. Steueranschlussbahnen (434) ausgeführt sind. Eine Mehrzahl dieser Anschlussbahnen kontaktiert mittels Kontaktflächen und / oder Durchkontaktierungen der Leiterplatte (40) die Anschlussleiter des Leistungshalbleitermoduls.

25

Auf der ersten Hauptfläche (410) der Leiterplatte (40) ist ein Druckstück (50) aus einem elektrisch isolierenden formstabilen Kunststoff angeordnet, welches mittels einer Schraubverbindung (60) die durch Ausnehmungen der Leiterplatte, des Gehäuses sowie des Substrates mit einem Kühlkörper verbunden ist. Mittels dieser Verbindung wird die

Druckkontaktierung der elektrischen Anschlüsse zwischen der Leiterplatte und den Anschlussleitern sowie der thermische Kontakt zwischen dem Substrat und dem Kühlkörper hergestellt. Das Druckstück weist zur Beabstandung seiner zweiten, der Leiterplatte zugewandten Hauptfläche von dieser Leiterplatte stegartige Druckelemente (530), die hier durch ihre Verbindung einen Rahmen bilden, auf. Somit ist die Anordnung von Bauelementen, wie beispielhaft Kondensatoren, zwischen der ersten Hauptfläche der Leiterplatte und der zweiten Hauptfläche des Druckstücks möglich. Zur Kühlung dieser Bauelemente weisen die stegartigen Druckelemente (530) Ausnehmungen (532) auf. Durch diese kann Kühlluft unter das Druckstück gelangen. Die die beiden Hauptflächen (510, 512) des Druckstücks verbindenden Ausnehmungen (540) verbessern die Kühlwirkung durch eine Konvektionsströmung von den Ausnehmungen (532) zu diesen Ausnehmungen (540).

Fig. 2 zeigt den Schnitt durch ein Leistungshalbleitermodul zur direkten Montage auf einem nicht dargestellten Kühlkörper sowie einem erfinderischen Druckstück (40). Das Leistungshalbleiterbauelement besteht aus einem Gehäuse (10) mit mindestens einem darin angeordneten elektrisch isolierenden Substrat (20), vorzugsweise einem sog. DCB (direct copper bonding) Substrat nach dem Stand der Technik. Dieses Substrat (20) besteht seinerseits aus einem keramischen Isolierstoffkörper (210) mit einer Mehrzahl auf seiner ersten Hauptfläche befindlicher gegeneinander isolierter metallischer Verbindungsbahnen (220) sowie einer auf seiner zweiten Hauptfläche angeordneten flächigen metallischen Schicht (230). Auf den Verbindungsbahnen (220) der ersten Hauptfläche und mit diesen schaltungsgerecht mittels Drahtbondverbindungen (252) verbunden sind eine Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen (250) angeordnet.

Als Anschlusselemente sowohl für Last- als auch für Steueranschlüsse weist das Leistungshalbleitermodul zumindest teilweise federnd gestaltete Anschlussleiter (30) auf. Diese Anschlussleiter sind innerhalb des Gehäuses (10) in Führung (110) angeordnet. Die Anschlussleiter (30) stellen die elektrische Verbindung der Verbindungsbahnen (220) mit einer außerhalb des Gehäuses (10) angeordneten Leiterplatte (40) und den darauf angeordneten externen Verbindungsbahnen her. Der sichere elektrische Kontakt zwischen den Anschlussleitern (30) und den externen Verbindungsbahnen der Leiterplatte (40) wird jeweils mittels Druckkontaktierung erzielt. Die Druckeinleitung dieser Druckkontaktierung erfolgt mittels eines mit dem unterhalb des Substrates angeordneten, nicht dargestellten, Kühlkörper verbundenen formstabilen Druckstücks (50). Diese Verbindung ist als

Schraubverbindung ausgebildet, wobei das Gehäuse (10) eine Führung (120) für diese Schraubverbindung aufweist.

Das Druckstück (50) dient der Druckkontaktierung der elektrischen Verbindung zwischen den Anschlussleitern (430, siehe Fig. 1), der Leiterplatte (40) und den Anschlussleitern (30) sowie zwischen den Anschlussleitern (30) und den Leiterbahnen (220) des Substrats (20) und zur thermischen Kontaktierung des Substrates (20) mit dem Kühlkörper. Hierzu weist das Druckstück (50) an seiner zweiten der Leiterplatte zugewandten Hauptfläche (512) eine Mehrzahl von einzelnen und / oder miteinander verbundenen Druckelementen (520, 530) auf. Diese Druckelemente können beispielhaft als Stege (530) oder Finger (520) ausgebildet sein. Mittels dieser Druckelemente (520, 530) ist die zweite Hauptfläche (512) des Druckelements (50) von der ersten Hauptfläche (410) der Leiterplatte (40) derart beabstandet, dass auf dieser ersten, dem Druckstück (40) zugewandten Hauptfläche der Leiterplatte (410) Bauelemente (450), wie Widerstände Kondensatoren und / oder integrierte Schaltungen angeordnet werden können.

Die Druckelemente (520, 530) selbst sind derart angeordnet, dass sie einerseits an oder nahe benachbart denjenigen Stellen auf die Leiterplatte (40) drücken, an denen auf der gegenüberliegenden zweiten Hauptfläche (412) die Kontaktstellen der Anschlussleiter (30) angeordnet sind und anderseits einen Rahmen bilden, der über die Leiterplatte auf den Rand des Gehäuses (10) drückt. Weiterhin weist das Druckstück (50) eine Hülse (550) zur elektrisch isolierten Aufnahme der Schraubverbindung (60) zwischen dem Druckstück (50) und dem Kühlkörper auf.

Das Druckstück (50) besteht aus einem Verbund aus einem formstabilen elektrisch isolierenden Kunststoff und einer Metallseele (580), wobei die Metallseele in den Kunststoff eingespritzt und damit von ihm umhüllt oder in eine Aussparung eingelegt sein kann. Somit wird die Stabilität bei gleichzeitig geringer Dicke zwischen den beiden Hauptflächen (510, 512) des Druckstücks (50) gewährleistet. Alternativ oder zusätzlich können auf der ersten Hauptfläche (510) stegartige Versteifungsstrukturen angeordnet sein.

Fig. 3 zeigt in dreidimensionaler Darstellung eine weitere Ausgestaltung eines erfinderischen Druckstücks (50) mit Sicht auf die zweite Hauptfläche (512). Das Druckstück (50) weist auf dieser zweiten Hauptfläche (512) eine Mehrzahl von fingerartigen Druckelementen (520) auf. Die ebenfalls derart angeordneten stegartigen Druckelemente (530) sind miteinander

verbunden und bilden durch ihre Anordnung einen Rand des Druckstücks. Diese stegartigen Druckstücke (530) weisen weiterhin Ausnehmungen (532) auf, die als Kühlluftöffnungen für im Bereich unterhalb der ersten Hauptfläche (512) des Druckelements (50) angeordnete Bauelemente, dienen.

- 5 Weiterhin weist das Druckstück (50) zwei Hülsen (550) zur Aufnahmen von Schraubverbindungen auf. Eine Mehrzahl derartiger Schraubverbindungen ist ab einer bestimmten lateralen Ausdehnung des Leistungshalbleitermoduls sinnvoll um eine sichere Druckeinleitung sowohl für die elektrischen Kontaktierungen als auch für die thermische Kontaktierung zu gewährleisten.

Ansprüche

1. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul mit Grundplatte oder zur direkten Montage auf einem Kühlkörper, bestehend aus einem Gehäuse (10), mindestens einem elektrisch isolierenden Substrat (20), seinerseits bestehend aus einem Isolierstoffkörper (210) mit einer Mehrzahl darauf befindlicher gegeneinander isolierter metallischer Verbindungsbahnen (220), darauf befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen Leistungshalbleiterbauelementen (250) sowie zumindest teilweise federnd ausgestalteten Anschlussleitern (30) zur elektrischen Verbindung der Verbindungsbahnen (220) mit einer außerhalb des Gehäuses (10) angeordneten Leiterplatte (40) und mindestens einem formstabilen Druckstück (50) zur Druckkontaktierung der Leiterplatte (40) mit den Anschlussleitern (220), wobei
das Druckstück (50) an seiner der Leiterplatte (40) zugewandten Hauptfläche (512) eine Mehrzahl von Druckelementen (520, 530) aufweist, die diese Hauptfläche von der Leiterplatte (40) beabstanden.
15
2. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei das Druckstück (50) mindestens eine seine beiden Hauptflächen (510, 512) verbindende Ausnehmung (540) aufweist und die Druckelemente (520, 530) derart angeordnet sind, dass eine Konvektionsströmung von mindestens einem Rand des Druckelements (50) zu dieser Ausnehmung (540) möglich ist.
20

3. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei das Druckstück (50) mindestens eine elektrisch isolierte Hülse (550) zur Aufnahme einer Schraubverbindung (60) aufweist.
4. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei
5 das Druckstück (50) aus einem elektrisch isolierenden formstabilen Kunststoff besteht.
5. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei das Druckstück (50) aus einem Verbund aus einem elektrisch isolierenden Kunststoff und einer Metallseele (580) besteht.
6. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei
10 die Druckelemente (520, 530) als Stege und / oder Finger ausgebildet sind.
7. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 6, wobei zumindest zwei Stege (530) der Druckelemente zusammenhängend ausgebildet sind und zumindest teilweise einen Rahmen bilden.
8. Druckkontaktierung für ein Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 6, wobei
15 die Stege (530) Ausnehmungen (532) zur Durchströmung aufweisen

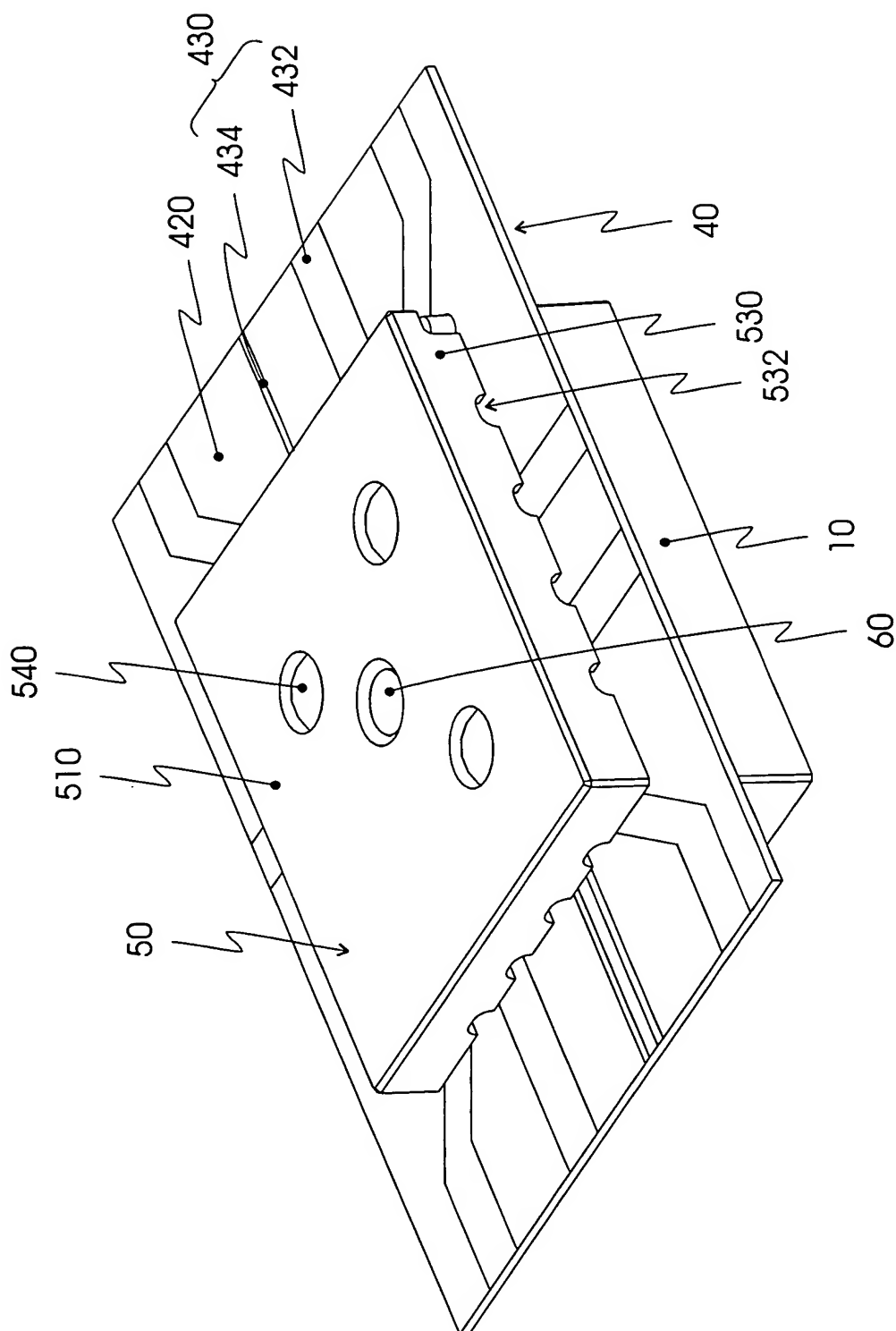


Fig. 1

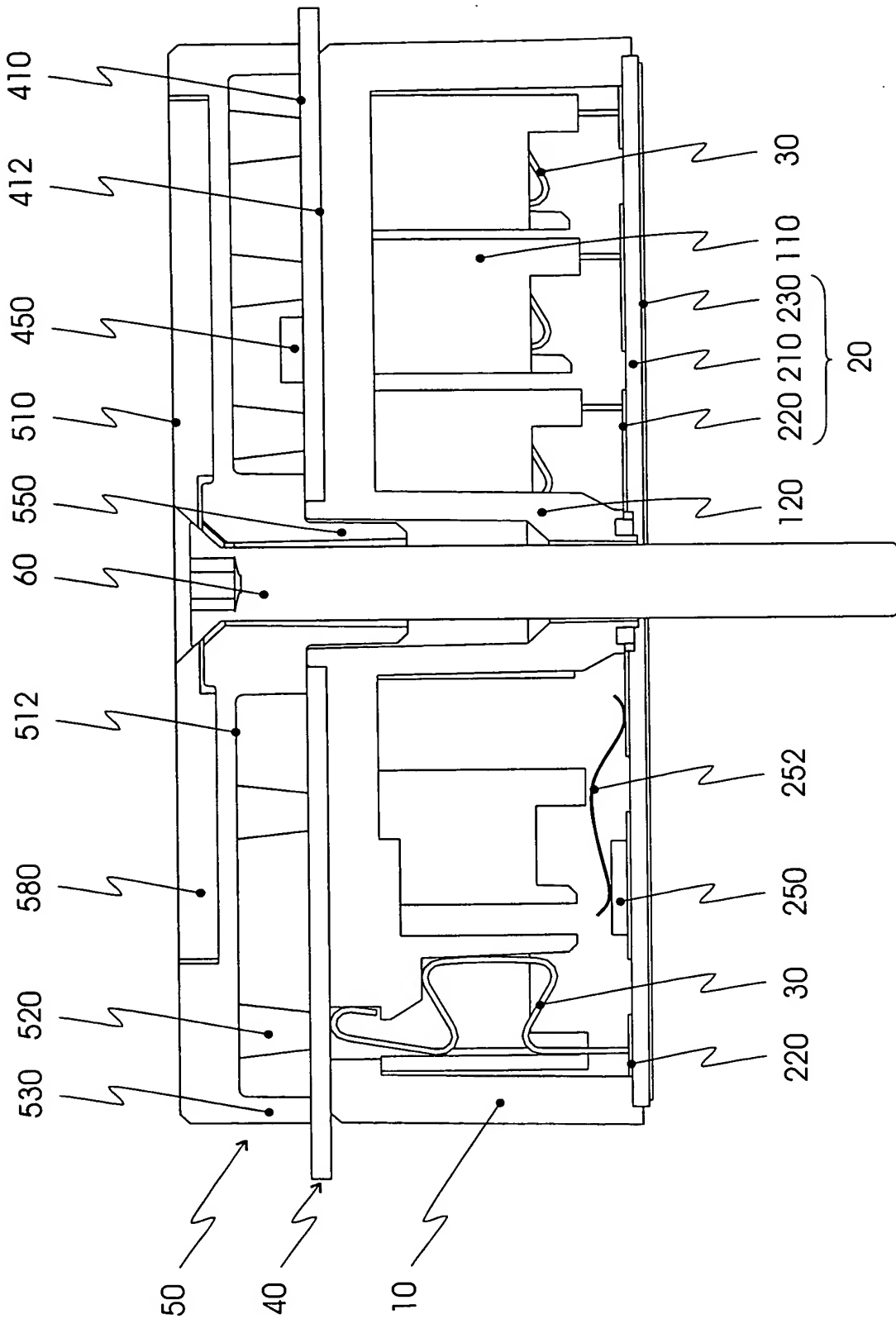


Fig. 2

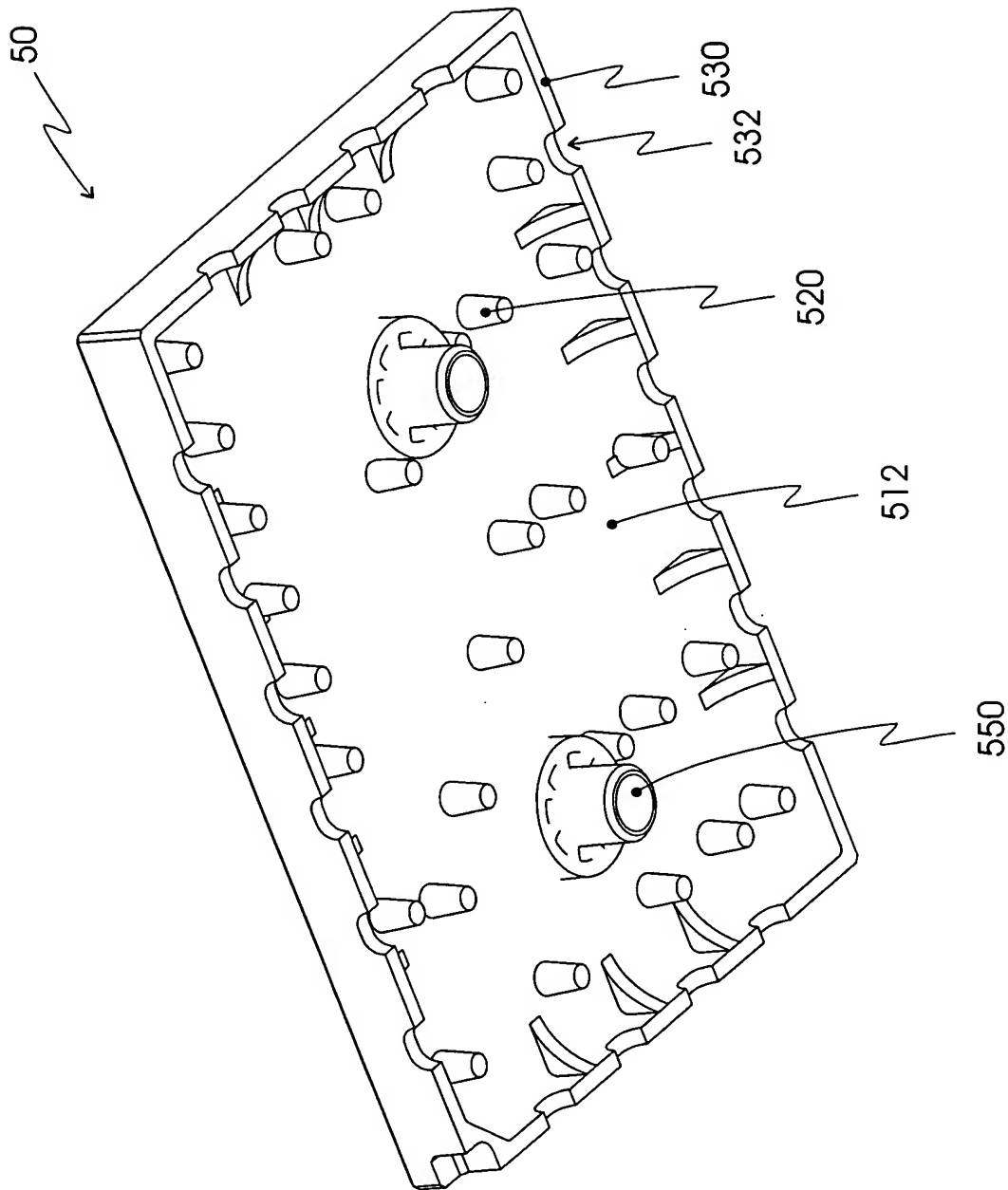


Fig. 3

Zusammenfassung

Die Erfindung beschreibt eine Druckkontaktierung für ein kompaktes Leistungshalbleitermodul zur direkten Montage auf einem Kühlkörper. Das Leistungshalbleitermodul weist federnd gestalteten Anschlussleitern (30) zur elektrischen Verbindung mit einer außerhalb des Gehäuses (10) angeordneten Leiterplatte (40) und mindestens ein formstabiles Druckstück (50) zur Druckkontaktierung der Leiterplatte (40) mit den Anschlussleitern (220) auf. Das Druckstück (50) weist an seiner der Leiterplatte (40) zugewandten Hauptfläche (512) eine Mehrzahl von Druckelementen (520, 530) auf, die diese Hauptfläche von der Leiterplatte (40) beabstanden. Vorzugsweise weist das Druckstück (50) mindestens eine seine beiden Hauptflächen (510, 512) verbindende Ausnehmung (540) auf damit eine Konvektionsströmung vom Rand des Druckelements (50) zu dieser Ausnehmung (540) möglich ist.

((Fig. 1))

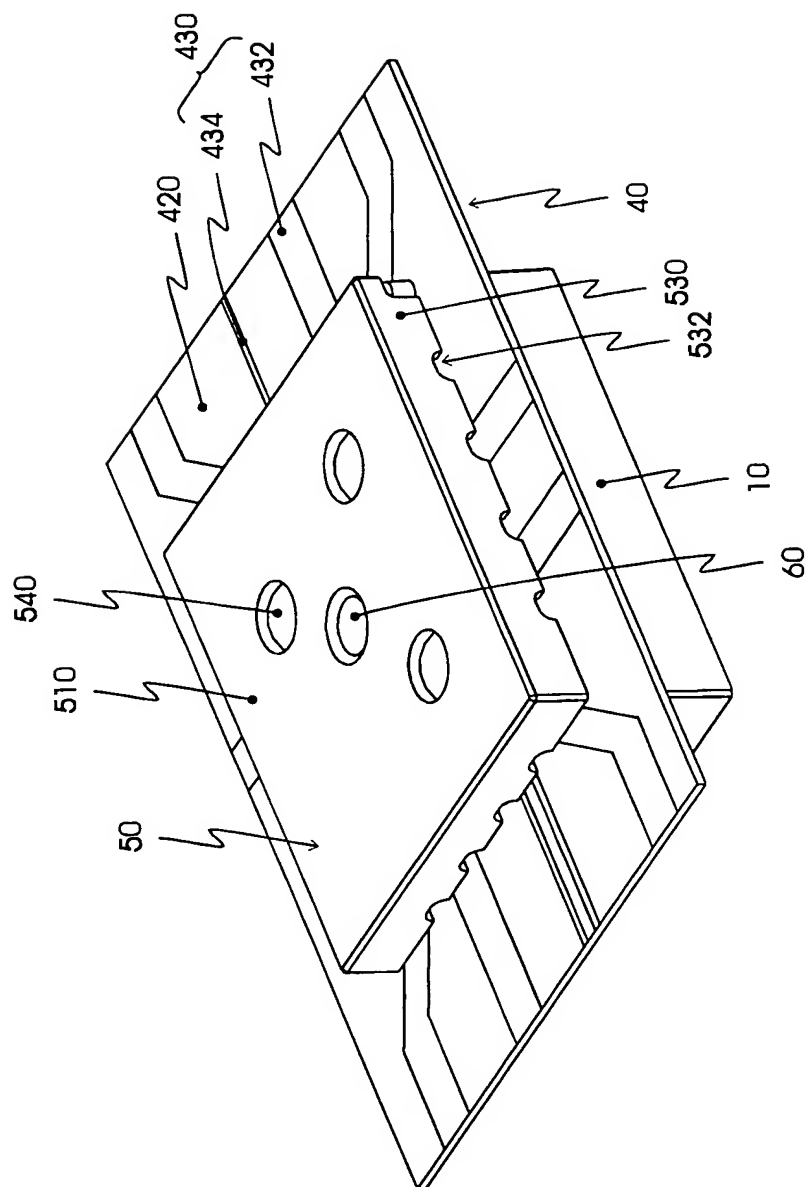


Fig. 1